

Recenzja  
rozprawy doktorskiej mgr **ALEKSANDRY TELICHOWSKIEJ**  
"Charakterystyka czeremchy (*Prunus padus* L. i *Prunus serotina* L.)  
jako źródła składników aktywnych kształtujących właściwości funkcjonalne żywności"

wykonanej pod kierunkiem **dr hab. Joanny Kobus-Cisowskiej, prof. UPP**  
w Katedrze Technologii Gastronomicznej i Żywności Funkcjonalnej,  
Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu  
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Technologii Żywności i Żywienia, Pana prof. dr hab. Mirosława Słowińskiego (z dnia 30.05.2022 r.), zgodnego z uchwałą Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia SGGW w Warszawie podjętą w dniu 27.05.2022 roku.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Aleksandry Telichowskiej oparta jest o cykl 6 publikacji naukowych, opatrzonych wspólnym tytułem „Charakterystyka czeremchy (*Prunus padus* L. i *Prunus serotina* L.) jako źródła składników aktywnych kształtujących właściwości funkcjonalne żywności”.

W skład cyklu wchodzi następujące publikacje:

a) Praca przeglądowa stanowiąca wprowadzenie do tematyki rozprawy doktorskiej

1. Telichowska, A., Kobus-Cisowska, J., Szulc, P. (2020). Phytopharmacological possibilities of bird cherry *Prunus padus* L. and *Prunus serotina* L. species and their bioactive phytochemicals. *Nutrients*, 12(7), 1966.

b) Prace oryginalne przedstawiające wyniki badań stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej

2. Telichowska, A., Kobus-Cisowska, J., Ligaj, M., Stuper, K., Szymanowska, D., Tichoniuk, M., Szulc, P. (2020). Polyphenol content and antioxidant activities of *Prunus padus* L. and *Prunus serotina* L. leaves: Electrochemical and spectrophotometric approach and their antimicrobial properties. *Open Chemistry*, 18, 1125-1135.

3. Telichowska, A., Kobus-Cisowska, J., Stuper-Szablewska, K., Ligaj, M., Tichoniuk, M., Szymanowska, D., Szulc, P. (2020). Exploring antimicrobial and antioxidant properties of phytocomponents from different anatomical parts of *Prunus padus* L. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 2097-2109.

4. Telichowska, A., Kobus-Cisowska, J., Szulc, P., Ligaj, M., Stuper-Szablewska, K., Szwajgier, D., Bujak, H. (2021). Comparative analysis of infusions with the addition *P. padus* bark: Assessment of the Antioxidant potential and their inhibitory effect on enzymes associated with oxidative stress. *Sustainability*, 13(7), 3913.
5. Telichowska, A., Kobus-Cisowska, I, Szulc, P., Wilk, R., Szwajgier, D., Szymanowska, D. (2021). *Prunus padus* L. bark as a functional promoting component in functional herbal infusions – cyclooxygenase-2 inhibitory, antioxidant, and antimicrobial effects. *Open Chemistry*, 19(1), 1052-106.
6. Telichowska, A., Kobus-Cisowska, I, Cielecka-Piontek, I, Sip, Sz., Stuper-Szablewska, K., Szulc, P. (2022). *Prunus padus* L. as a source of functional compounds – antioxidant activity and antidiabetic effect. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(2), 135-143.

Dane bibliometryczne cyklu publikacji: MNiSW - 350 pkt., IF - 10,16 (punktacja nie obejmuje pracy przeglądowej).

Wszystkie publikacje są współautorskie (3-7 autorów), z udziałem Doktorantki (zgodnie z przedstawionymi oświadczeniami) obejmującym opracowywanie koncepcji badań, przeprowadzanie doświadczeń, analizę statystyczną oraz udział w przygotowaniu publikacji. We wszystkich publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem. Publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe mgr Aleksandry Telichowskiej zostały opublikowane w renomowanych zagranicznych czasopismach takich jak *Nutrients*, *Open Chemistry*, *International Journal of Food Properties*, *Sustainability*, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, co dowodzi ich wysokiego poziomu naukowego.

W ocenie przedłożonej pracy zwracam uwagę przede wszystkim na jej wartość merytoryczną tj. zasadność celu pracy oraz jego uzasadnienie, metodologię badań, umiejętność interpretacji i dyskusji otrzymanych wyników, a także wnioski. W następnej kolejności oceniałem stronę formalną dysertacji.

Czeremcha (*Prunus*) jest rośliną popularną zarówno w Polsce, w Europie jak i Ameryce Północnej. Do tej pory nie znalazła jednak szerokiego zastosowania jako składnik żywności. Aktualnie, ze względu na wzrost zainteresowanie naturalnymi składnikami roślinnymi, których stosowanie mogłoby urozmaicić dietę i przyczynić się do poprawy komfortu życia jest szansa na jej szersze zastosowanie w przemyśle spożywczym. Czeremcha zawiera w swoim składzie związki, które mają istotne znaczenie we wspomaganiu leczenia stanów zapalnych. Wykazują one działanie przeciwutleniające oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowe.

W ostatnim czasie wzrasta zainteresowanie naturalnymi związkami pochodzenia roślinnego, które mogą oddziaływać na zdrowie. Do tej grupy należą związki polifenolowe, będące wtórnymi metabolitami, charakteryzującymi się zróżnicowaną budową chemiczną.

Procesy, na które wpływ mają roślinne związki polifenole, w organizmie człowieka mają charakter wielokierunkowy. Oddziałują one zarówno na aktywność enzymów zaangażowanych w procesy detoksykacyjne ksenobiotyków, biorą udział w procesie zmiatania wolnych rodników oraz w procesie chelatowania metali, a także przyczyniają się do proliferacji komórek modulowania aktywności enzymatycznej.

Głównymi rodnikami w układach biologicznych są reaktywne formy tlenu i reaktywne formy azotu. Ich nadprodukcja może spowodować zaistnienie stresu oksydacyjnego i uszkodzenie makrocząsteczek komórkowych, w tym lipidów, białek i DNA organizmów. Wolne rodniki przyczyniają się również do: uszkodzeń tkanek, obumierania komórek, inicjacji chorób nowotworowych, uszkodzeń centralnego układu nerwowego, starzenia się organizmu, zapalenia stawów, rozwoju miażdżycy tętnic, rozwoju chorób sercowo - naczyniowych czy chorób niedokrwienych serca, otyłości oraz urazu wielu tkanek. Dlatego tak ważne jest zapewnienie w diecie surowców, które zawierają związki przeciwutleniające ograniczające następstwa stresu oksydacyjnego.

Dane epidemiologiczne wskazują na bezpośrednią zależność między wielkością spożycia warzyw i owoców, a redukcją ryzyka zapadalności na choroby neurodegeneracyjne, cukrzycę, nowotwory czy choroby układu krążenia. W literaturze znajdują się liczne doniesienia o pozytywnym wpływie związków polifenolowych roślinnych. Badania dotyczące wpływu spożycia poszczególnych części morfologicznych czeremchy przez osoby z nadciśnieniem tętniczym wykazały ich wysoką skuteczność, która wynikała głównie z obecności kwasu chlorogenowego. Ekstrakty z owoców czeremchy zawierają polarne i niepolarne metabolity o działaniu rozszerzającym naczynia krwionośne. W owocach stwierdzono wysoką zawartość związków fenolowych, takich jak: kwas chlorogenowy, kwas galusowy, kwas kawowy, katechina, epikatechina czy kwercetyna, które są bezpośrednio związane z wysoką aktywnością przeciwutleniającą.

Wykazano, że w cukrzycy typu 2 inhibitory alfa- glukozydazy pochodzenia naturalnego, takie jak akarboza, l-deoksynojoirimycyna i genisteina, korzystnie opóźniają wzrost poziomu glukozy we krwi. Pozytywne działanie przeciwcukrzycowe zostało potwierdzone także dla ekstraktów z gałęzi czeremchy, które badano pod kątem działania hamującego aktywność alfa-glukozydazy.

Mając powyższe na uwadze, wybór tematu dotyczącego charakterystyki czeremchy (*Prunus*) jako źródła składników bioaktywnych kształtujących właściwości funkcjonalne żywności oraz opracowanie receptur mieszanek roślinnych do parzenia uważam za zasadny i pożądany, zarówno z poznawczego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia. Zagadnienie to może być istotne zarówno dla producentów żywności, jak i konsumentów.

Opracowanie zawiera cykl sześciu publikacji i obejmuje:

- Streszczenia w językach: polskim i angielskim
- Zestawienie publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej
- Spis treści
- Wprowadzenie
- Cel główny i cele szczegółowe, hipotezy badawcze rozprawy
- Przedmiot (materiały) i metody badań
- Omówienie wyników
- Podsumowanie
- Stwierdzenia i wnioski
- Literaturę
- Aneks zawierający wykaz i publikacje stanowiące przedmiot rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia współautorów publikacji stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej.

W rozdziale „Wprowadzenie” mgr Aleksandra Telichowska opisała występowanie i charakterystykę cech botanicznych czeremchy (*Prunus*). Istotnym elementem jest przedstawianie wartości odżywczej i zawartości związków aktywnych. Autorka scharakteryzowała poszczególne części morfologiczne rośliny (liście, korę, owoce) możliwe do zastosowania jako żywność wraz z opisem większości związków bioaktywnych mogących w nich występować.

Doktorantka przedstawiła także możliwość zastosowania surowców roślinnych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych takich jak: cukrzyca, nowotwory, choroby naczyniowo-sercowe czy neurodegeneracyjne.

Cel główny pracy, którym była charakterystyka czeremchy (*Prunus padus* L. i *Prunus serafina* L.) jako źródła składników aktywnych kształtujących właściwości funkcjonalne żywności, został doprecyzowany przez doktorantkę poprzez określenie celów szczegółowych tj.:

- ocena przydatności czeremchy (*Prunus padus* L. i *Prunus serafina* L.) pozyskanej ze środowisk naturalnych jako źródła związków biologicznie aktywnych,

- charakterystyka oraz ocena zawartości wybranych związków bioaktywnych w częściach morfologicznych czeremchy zwyczajnej (*Prunus padus* L.),
- wpływ warunków ekstrakcji czeremchy (*Prunus padus* L.) na właściwości przeciwutleniające i inhibicyjne wobec wybranych enzymów,
- ocena właściwości związków aktywnych kory czeremchy (*Prunus padus* L.) jako składnika funkcjonalnych mieszanek ziołowych.

Doktorantka postawiła sobie także ambitne zadania badawcze do realizacji:

- ocena aktualnego stanu wiedzy w zakresie występowania, sposobu i warunków wzrostu oraz ekspansywności czeremchy,
- analiza danych w zakresie składu i właściwości czeremchy zwyczajnej (*P. padus*) oraz czeremchy amerykańskiej (*P. seratina*),
- ocena właściwości funkcjonalnych, użytkowych i dotychczasowego zastosowania w przemyśle,
- charakterystyka liści czeremchy zwyczajnej (*P. padus*) oraz czeremchy amerykańskiej (*P. seratina*) pod względem: zawartości polifenoli, potencjału przeciwutleniającego mierzonego metodami z kationorodnikiem ABTS i rodnikiem DPPH, chelatowania jonów metali, właściwości redukujących, metodami elektrochemicznymi (SWV), oraz poprzez ocenę aktywności przeciwdrobnoustrojowej,
- ocena zawartości wybranych fitozwiązków w poszczególnych częściach morfologicznych czeremchy *P. padus* (kora, liście, owoce),
- porównanie potencjału przeciwutleniającego oraz przeciwdrobnoustrojowego,
- ocena zawartości związków aktywnych metodami elektrochemicznymi oraz ocena właściwości przeciwdrobnoustrojowych,
- opracowanie modelowych mieszanek ziołowych (herbatek) z wykorzystaniem kory czeremchy (*P. padus*) poprzedzone optymalizacją warunków ekstrakcji dla kory czeremchy, ocena zawartości związków aktywnych oraz potencjału przeciwutleniającego,
- ocena wpływu czeremchy na stopień inhibicji enzymów: alfa-glukozydazy, cyklooksygenazy (COX-2), cholinoesteraz (acetylocholinoesterazy (AChE) oraz butyrylocholinoesterazy (BChE)), dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy, reduktazy i peroksydazy ationowej,
- ocena opracowanych naparów pod względem aktywności przeciwdrobnoustrojowej oraz ocena sensoryczna.

Doktorantka sformułowała pięć hipotez badawczych:

- H.1. Rodzaj czeremchy ma wpływ na zawartość związków polifenolowych, potencjał przeciwutleniający oraz aktywność przeciwdrobnoustrojową;
- H.2. Zawartość związków aktywnych, potencjał przeciwutleniający i aktywność przeciwdrobnoustrojowa zależą od części morfologicznej czeremchy zwyczajnej (*P. padus*);
- H.3. Właściwości funkcjonalne ekstraktów z kory i owoców czeremchy (*P. padus*) zależą od sposobu ekstrakcji;
- H.4. Kora czeremchy zwyczajnej (*P. padus*), jako składnik mieszanki ziołowej, wpływa na właściwości przeciwutleniające naparów mierzone w układach wodnych i emulsyjnych oraz zwiększa aktywność inhibicyjną naparów wobec takich enzymów, jak: alfa-glukozydaza, cyklooksygenaza (COX-2), cholinoesterazy (AChE oraz BChE), dysmutaza ponadtlenkowa (SOD), katalaza, reduktaza i peroksydaza glutationowa;
- H.5. Mieszanki ziołowe z dodatkiem kory czeremchy (*P. padus*) mogą stanowić funkcjonalny produkt o atrakcyjnych cechach sensorycznych.

Rozdział „Materiał i metody” zawiera opis badań wykonanych w ramach pięciu publikacji, stanowiących osiągnięcie naukowe mgr Aleksandry Telichowskiej.

Materiałem badanym były owoce, kora i liście *Prunus padus* L. oraz liście *Prunus serotina* L., pochodzące z gospodarstwa sadowniczego w Ozieranach Małych na Podlasiu.

W materiale, jego ekstraktach i mieszankach ziołowych oznaczono: barwę i osmolalność ekstraktów, zawartość składników mineralnych, zawartość polifenoli ogółem, zawartość indywidualnych związków polifenolowych, zawartość niskocząsteczkowych kwasów organicznych, aktywność przeciwutleniającą, właściwości przeciwdrobnoustrojowe, aktywność inhibicyjną wobec cyklooksygenazy-2 (COX-2), aktywność inhibicyjną wobec cholinoesteraz (AChE, BChE), aktywność inhibicyjną wobec dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), aktywność inhibicyjną wobec katalazy, aktywność inhibicyjną wobec oksydazy i peroksydazy glutationowej, aktywność inhibicyjną wobec alfa-glukozydazy. Wykonano także analizę sensoryczną metodą profilowania. Szczegółowy opis poszczególnych metodyk został uwzględniony w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe.

W kolejnym rozdziale „Omówienia wyników” Doktorantka opisała i przedyskutowała uzyskane wyniki w oparciu o dostępną literaturę przedmiotu.

Pierwsza publikacja jest publikacją przeglądową. Jej celem było zebranie i przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat czeremchy oraz przegląd dostępnych badań *in vitro* i *in vivo* dotyczących jej właściwości przeciwutleniających, działania przeciwzapalnego, przeciwbakteryjnego i przeciwcukrzycowego. Stwierdzono na tej podstawie, że anatomiczne części *P. padus* i *P. serotina* mogą być cennym surowcem wykorzystywany w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym jako źródło związków bioaktywnych o wielokierunkowym działaniu.

Celem badania opisanego w drugiej publikacji była ocena zawartości związków polifenolowych, potencjału przeciwutleniającego oraz aktywności przeciwdrobnoustrojowej w ekstraktach wodnych z liści dwóch rodzajów czeremchy: *P. padus* i *P. serafina*. Badania te miały ukierunkować dalsze postępowanie związane ze szczegółową charakterystyką poszczególnych części morfologicznych rośliny. W badanych ekstraktach wykazano różnice jakościowo-ilościowe analizowanych związków polifenolowych. Wyższą zawartością charakteryzował się ekstrakt z liści czeremchy zwyczajnej (*P. padus*). Spośród badanych kwasów dominował kwas ferulowy, kwas p-kumarowy i kwas synapowy, a spośród flawonoidów: katechina i rutyna. Z wysoką zawartością związków polifenolowych korelowała także wyższa aktywność przeciwutleniająca oznaczona różnymi metodami. Trzecim elementem badań przedstawionych w tej publikacji była aktywność przeciwdrobnoustrojowa wobec bakterii wskaźnikowych oraz wobec pleśni i grzybów. Najwyższą aktywność ekstraktów z liści *P. serotina* stwierdzono wobec bakterii *Enterococcus faecium* i *Listeria monocytogenes*, natomiast w przypadku ekstraktów z liści *P. padus* wobec bakterii *Listeria monocytogenes*.

Przedstawione powyżej wyniki pozwoliły na potwierdzenie pierwszej hipotezy badawczej. Wyższą zawartością związków polifenolowych oraz wyższy poziom potencjału antyoksydacyjnego stwierdzono w ekstraktach z liści czeremchy *P. padus*, która została wybrana do następnego etapu badań.

Za bardzo interesujące uważam wyniki przedstawione w publikacji nr 3, której celem była ocena właściwości funkcjonalnych i charakterystyka składu ekstraktów z owoców, kory i liści czeremchy zwyczajnej *P. padus*. Materiał badawczy stanowiły ich ekstrakty wodne. Najwyższą zawartością kwasów fenolowych charakteryzował się ekstrakt z liści ( $1063 \pm 26$  mg/100g s.m.), a w drugiej kolejności ekstrakt z kory czeremchy ( $978 \pm 35$  mg/100g s.m.). Dominującymi kwasami we wszystkich częściach morfologicznych badanej rośliny były: kwas ferulowy, kwas p-kumarowy, kwas galusowy i kwas chlorogenowy.

Najwyższą zawartość flawonoidów oznaczono w korze czeremchy ( $1530 \pm 61$  mg/100g s.m.), a najniższą w liściach ( $252 \pm 11$  mg/100 g s.m.).

Dominującymi związkami była katechina oraz kwercetyna, których największą zawartość stwierdzono w ekstrakcie z kory (kwercetyna  $599 \pm 18$  mg/100g s.m. i katechina  $879 \pm 43$  mg/100g s.m.).

Potencjał antyoksydacyjny badanych części czeremchy zwyczajnej oznaczono metodami spektrofotometrycznymi oraz metodą elektrochemiczną. Wyniki nie były jednoznaczne. Ekstrakt z kory czeremchy zwyczajnej (*P. padus*) wykazał najwyższą aktywność przeciwutleniającą przy zastosowaniu metody Folina-Ciocalteu, jak i w teście FRAP oraz w teście przeciwnodnikowym z zastosowaniem rodnika DPPH.

Poszczególne części morfologiczne badanej rośliny wykazywały również właściwości bakteriobójcze i bakteriostatyczne. Największą aktywność hamującą wobec bakterii Gram-ujemnych odnotowano dla ekstraktu z liści czeremchy. Ekstrakt z liści najbardziej aktywny był wobec bakterii *Klebsiella pneumoniae* (19 mm). Najniższą aktywność hamowania wzrostu bakterii Gram-ujemnych zaobserwowano dla ekstraktu z kory czeremchy wobec bakterii *Salmonella enteritidis* (1 mm).

Kora czeremchy charakteryzuje się także wysoką zawartością związków biologicznie czynnych, które mają korzystny wpływ na organizm człowieka, a także wysoką aktywnością antyoksydacyjną. Jednocześnie należy zauważyć, że kora czeremchy charakteryzuje się zróżnicowanym profilem związków bioaktywnych oraz odmienną aktywnością antyoksydacyjną. Oznacza to, że najlepszy efekt prozdrowotny można uzyskać stosując korę czeremchy jako składnik żywności funkcjonalnej, np. naparów ziołowych z jej dodatkiem.

Jak wskazuje doktorantka, na podstawie ww. cech zespół prowadzący badania podjął decyzję o wybraniu kory czeremchy zwyczajnej *Prunus padus* L do opracowania modelowego produktu funkcjonalnego.

Wyniki badań przedstawione w tej publikacji pozwoliły na potwierdzenie założonej hipotezy badawczej H.2, mówiącej o zależności pomiędzy zawartością związków aktywnych, potencjału przeciwutleniającego oraz aktywności przeciwdrobnoustrojowej a rodzajem części morfologicznej czeremchy zwyczajnej (*P. padus*).

Celem czwartej i piątej publikacji była ocena możliwości wykorzystania kory czeremchy *Prunus padus* L. jako składnika ziołowych herbat funkcjonalnych. W tym celu zaproponowano dodatkowe składniki recepturowe modelowych mieszanek ziołowych do sporządzania naparów. Składnikami recepturowymi mieszanek oprócz kory czeremchy (*Prunus padus* L.) były kwiat lipy (*Tilia europaea* L.), kwiat rumianku (*Matricaria*



*Chamomilla* L.) oraz nagietek lekarski (*Calendula officinalis* L.). Mieszanki ziołowe przygotowano poprzez zmieszanie suchych składników i odważenie 2-gramowych porcji, które zapakowano w jednorazowe bibułkowe torebki.

Przygotowano jedenaście prób, z których cztery zawierały tylko jeden składnik: P (100% kora *P. padus*), Ch (100% *Matricaria chamomilla* L.), C (100% *Calendula officinalis* L.) i T (100% *Tilia europaea* L.). Kolejną próbę stanowiła mieszanka podstawowa ziół tzw. baza herbatek B (33,33% Ch + 33,33% C + 33,33% T), natomiast sześć pozostałych prób przeprowadzono na bazie wcześniej przygotowanej bazy oraz kory czeremchy (P) w różnych proporcjach, odpowiednio: BP5 (5% P + 95% B), BP10 (10% P + 90% B), BP15 (15% P + 85% B), BP20 (20% P + 80% B), BP25 (25% P + 75% B), BP30 (30% P + 70% B). 200-mililitrowe napary uzyskano poprzez ekstrakcję wodną w temperaturze 80°C w czasie 15 min.

Stwierdzono, że najwyższą zawartość związków polifenolowych występowała w próbce składającej się z rumianku, kwiatu lipy i nagietka (7939,8±106,6 mg/100 g sm).

Ocena potencjału przeciwutleniającego metodą z beta-karotenem wykazała najwyższą aktywność dla próby z 30-procentowym dodatkiem kory (12,7±0,2%) oraz z 15-procentowym dodatkiem kory czeremchy (12,5±0,0%). W teście z oznaczaniem zdolności do redukcji jonów żelaza Fe(III) najwyższą aktywność wykazano dla naparu z kory czeremchy (25,3±0,9 µg Trolox/ml) oraz naparu z 20-procentowym dodatkiem kory (22,1±0,3 µg Trolox/ml).

We wszystkich testach oceniających aktywność antyoksydacyjną najsilniejsze właściwości wykazywały napary z samej kory czeremchy oraz z jej 30% dodatkiem. Analizowane napary mają również zdolność redukcji jonów Cu(II), są aktywne w redukcji jonów Fe(III) i zmiatania rodników hydroksylowych. Napary z przygotowanych mieszanek ziołowych oceniono również pod względem aktywności przeciwdrobnoustrojowej wobec 20 wskaźnikowych gatunków drobnoustrojów, w tym grzybów oraz bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Najwyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową stwierdzono dla herbat z 20 i 30% kory, zwłaszcza wobec *Listeria monocytogenes* (25,0–27,0 mm). Stwierdzono również, że napar z kory ma najwyższą aktywność hamującą cyklooksyzgenazę-2 (COX-2) – 77,0%. Badane napary oceniono także pod kątem zdolności do hamowania reduktazy glutationowej oraz peroksydazy glutationowej. Spośród badanych herbatek najwyższą aktywność została stwierdzona dla naparów z 25-procentowym dodatkiem kory.

Sporządzone napary zostały poddane ocenie sensorycznej przy uwzględnieniu następujących wyróżników jakości: barwa, smak, zapach oraz ogólna pożądalność. Dominującą barwą badanych herbatek zawierających korę czeremchy dla większości próbek była barwa brązowa. Dodatek kory do mieszanek ziołowych wpływał na zwiększenie intensywności smaku kwaśnego i trawiastego.

Ponadto próby z udziałem kory oceniono jako bardziej słodkie. Dodatek kory do mieszanek wpłynął na zintensyfikowanie zapachu. Nie stwierdzono pojawienia się zapachu i smaku obcego lub niepożądanego.

Na podstawie powyższych wyników badań potwierdzono założenia hipotez badawczych H.4 i H.5, które mówią że kora czeremchy zwyczajnej (*P. padus*) jako składnik mieszanki ziołowej wpływa na właściwości przeciwutleniające naparów mierzone w układach wodnych i emulsyjnych oraz zwiększa aktywność inhibicyjną naparów wobec takich enzymów, jak: alfa-glukozydaza, cyklooksygenaza (COX-2), cholinoesterazy (AChE oraz BChE), dysmutaza ponadtlenkowa (SOD), katalaza, reduktaza i peroksydaza glutationowa oraz mieszanki ziołowe z dodatkiem kory czeremchy (*P. padus*) mogą stanowić alternatywny produkt w diecie o atrakcyjnych cechach sensorycznych.

Celem szóstej publikacji stanowiącej dysertację doktorską było określenie wpływu warunków ekstrakcji na właściwości przeciwutleniające i inhibicyjne wobec wybranych enzymów. Materiałem badawczym była kora oraz owoce czeremchy zwyczajnej (*P. padus*). Materiał ekstrahowano wodą destylowaną, mieszaniną aceton-woda i etanolem. Wszystkie badane ekstrakty wykazały aktywność przeciwutleniającą zależną od rodzaju surowca i ekstrahenta.

Ekstrakty wodne, acetonowo-wodne, z owoców i kory czeremchy *P. padus* wykazywały aktywność redukującą i chelatującą, która była zależna także od stężenia ekstraktu. Ekstrakty z owoców czeremchy wykazywały się większą aktywnością antyutleniającą, natomiast ekstrakty z kory wykazywały większą aktywność redukującą i chelatującą.

Aktywność inhibicyjna czeremchy *P. padus* wobec enzymów: katalazy, oksydazy i peroksydazy glutationowej zależała nie tylko od części morfologicznej rośliny, ale także od sposobu ekstrakcji. Najwyższą aktywność inhibicyjną wobec enzymu katalazy stwierdzono dla ekstraktu wodnego z owoców czeremchy, natomiast wobec reduktazy glutationowej dla ekstraktu acetonowo-wodnego z owoców. Wodny ekstrakt z kory wykazał najwyższą aktywność inhibicyjną wobec peroksydazy glutationowej. Ponadto stwierdzono wysoką aktywność inhibicyjną ekstraktu wodnego z kory czeremchy wobec alfa-glukozydazy.

Z uwagi na wysoką zawartość związków polifenolowych w otrzymanych preparatach, a także na jej praktyczne możliwości zastosowania przez konsumenta, do dalszego etapu badań związanego z oceną właściwości czeremchy *P. padus* wybrano proces ekstrakcji wodnej.

Na podstawie badań przedstawionych w tej publikacji potwierdzono założoną hipotezę badawczą H.3, mówiącą o wpływie sposobu ekstrakcji na właściwości funkcjonalne ekstraktów z kory i owoców czeremchy (*P. padus*).

Po szczegółowym omówieniu publikacji stanowiących rozprawę doktorską mgr Aleksandra Telichowska zamieściła najważniejsze stwierdzenia i wnioski odnoszące się do postawionych hipotez badawczych, zwracając słusznie uwagę, że znajomość określonych w badaniach zależności i informacji pozwala na zaprojektowanie mieszanek naparowych o określonych właściwościach prozdrowotnych.

Rozdział „Literatura” zawiera 51 pozycji literaturowych, z czego ponad połowa pochodzi z ostatnich 10 lat. Piśmiennictwo zostało starannie opracowane i dobrze dobrane.

Ostatni rozdział opracowania to „Aneks”, zawierający m.in. oświadczenia współautorów publikacji, na podstawie których można jednoznacznie ocenić charakter udziału Doktorantki w powstawaniu prac.

Niezależnie od faktu, iż publikacje stanowiące rozprawę doktorską ukazały się w renomowanych czasopismach i były recenzowane, szczegółowa analiza przedstawionego opracowania nasuwa pewne wątpliwości, które z obowiązku recenzenta zmuszony jestem przedstawić w formie uwag krytycznych:

- doceniam sformułowanie hipotez badawczych, jednak uważam że są one zbyt oczywiste. Jednocześnie nie mam wątpliwości, że wszystkie zostały wystarczająco zweryfikowane;
- mało intuicyjny jest model badań przedstawiony na stronie 21 dysertacji, z którego bez pełnego przeczytania rozprawy, ciężko jest wywnioskować o zamiarach badawczych;
- w publikacji 5 oraz dysertacji przedstawiono wyniki analizy zawartości wybranych składników mineralnych w korze czeremchy. Zagadnienie to nie było kontynuowane w kontekście ich ekstatowalności w naparach, a taki był cel podstawowy badań;
- zastosowanie tej samej kolejności omawiania publikacji i ich przedstawienia w aneksie ułatwiłoby łatwiejszą analizę opracowania.

Przedstawione powyżej uwagi krytyczne, o charakterze w większości porządkowym, wyjaśniającym lub dyskusyjnym, nie umniejszają wysokiej wartości recenzowanej rozprawy i nie mają wpływu na jej jednoznacznie pozytywną ocenę. Wskazanie ich jest niejako obowiązkiem recenzenta i w związku z faktem, że prace stanowiące rozprawę doktorską zostały już opublikowane, mają stanowić wskazówki w dalszej pracy naukowej i przygotowywaniu kolejnych publikacji.

Reasumując należy stwierdzić, że spójny tematycznie cykl publikacji stanowiący rozprawę doktorską, większościowego współautorstwa mgr Aleksandry Telichowskiej jest oryginalnym i bardzo wartościowym opracowaniem dotyczącym wartości odżywczej czeremchy (*Prunus padus* L.), zawartości składników bioaktywnych i potencjalnie prozdrowotnych jej właściwości. Chciałbym podkreślić także aplikacyjny charakter pracy, uzyskane przez Doktorantkę rezultaty mogą mieć bardzo szeroki zakres zastosowania od producentów, dietetyków po samych konsumentów.

We wniosku końcowym stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska, stanowiąca spójny tematycznie cykl sześciu publikacji pod wspólnym tytułem „Charakterystyka czeremchy (*Prunus padus* L. i *Prunus serotina* L.) jako źródła składników aktywnych kształtujących właściwości funkcjonalne żywności” w pełni odpowiada warunkom określonym w ustawie w art. 187 ust. 1-3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. 2021, poz. 478).

**Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pani mgr Aleksandry Telichowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Główny Wice', is written over a faint, light blue rectangular stamp or watermark.